

彩り・潤い・安らぎ、そして健康を、果物・お茶とともに

Bi-monthly

Fruit &

No.40

隔月刊

Tea Times



巻頭言「美味しい果物ができること」

特集「ゲノムから見た果樹」

- ・「リンゴの品種改良に貢献した起源品種」
- ・「シャインマスカット」のゲノム配列を高精度に解読

香酸カンキツ

カチャカチャTIPS
知ってるようで
知らない果物



美味しい果物が出来ること

果物は本誌のキャッチコ

ピーの通り、私たちの食生活を豊かにし、生活に彩りや安らぎを与える存在です。小売店の店頭には、年間を通して様々な果物が並んでいます。ちょうど今（11月）旬を迎えている国産の

果物といえはりんご、うんしゅうみかん、かきといったところでしょうか。一般消費者として感じることは国産の果物に限定した場合でも、1種類の果物が店頭に並ぶ期間は半世紀前と比べてずいぶん長くなったということです。店頭に並ぶ品種もずいぶん多くなり、1年中美味しい果物が入手可能になったという意味では大変身近になった印

象です。農研機構ではより美味

しい果物の開発（品種開発）や、果物を省力的に生産する技術

（省力栽培技術）の開発を行っています。省力的に生産する技術によって、それら開発によってどんな効果があるか考えてみたいと思います。

いつでも味わえる果物

りんごはほぼ1年中、国産でシャキシャキとした食感の果実を味わうことができます。これはリンゴの長期貯蔵技術が進歩して実用化されたこと、早生から晩生まで品種をリレーさせたり、長期貯蔵に向く品種を長期貯蔵させたりすることで周年供給が可能となったことの結果です。そのため、かつて秋から

果樹茶業研究部門
研究推進部研究推進室長

児下 佳子



冬の果物の代表だったりんごは、我が国では年間を通して購入できる身近な美味しい果物となりました。うんしゅうみかんもかきも、貯蔵することで年が明けても美味しい状態をキープできるようになり、消費者が美味しい状態で入手できる期間も長くなりました。このことは新品種および貯蔵技術の開発の成果と言えるでしょう。

もちろん採りたての果物も人気で、まさに旬の果物を目指して**観光果樹園**に果物の摘み取り体験に出かけた経験のある方も多いと思います。近年の観光果樹園は、果物の摘み取りだけでなく、農園で採れた果物ではなく、農園で提供する力を利用したスイーツを提供するカフェやレストランを併設するなど、1日中楽しめる空間です。また**観光農園**に足を延ばさなくても**果物の産地**で育った方であれば、農作業の手伝いなどの体験を通して美味しい果物を味わう経験したこともあるでしょう。観光農園や果物産地は果実を生産する現場であると同時に、果物を美味しく楽しく食べる場所でもありその上果物を通して様々な体験を通して**食育**の機会も提供しています。

楽につくる果物

果樹生産は、**整枝・せん定**、余分な花や果実を除く作業（**摘蕾・摘花・摘果**）や**授粉作業**、**新梢の管理**、**施肥**、**薬剤散布**、**収穫作業**等々、様々な作業があり、楽な仕事ではありません。これらの作業を適期に適切になして初めて販売に耐えうる果実生産が可能となります。果樹の場合非常に多くのプロセスが



あり、労働時間も長いことが特徴です。そのような問題の解決に向けて、主要な樹種では「**省力樹形**」を開発済みです（**本誌No.17**を参照ください）。**省力**樹形を活用すると、作業動線が直線的になり、無駄な動作が生じません。また果樹の種類にもよりますが初心者には難しいとされているせん定作業は、多くの樹種で型にはまっています。**省力樹形**は密植栽培を基本とするため早期成園化が可能であり、成園になるまでに慣行樹形では10年近くかかりますが、**省力樹形**では数年で成園となり早く収益を上げられます。機械の導入も**省力・軽労化**を後押ししますが、機械は直線的に整備された圃場との親和性も高く、導入し

た場合も稼働率を上げることが
できます。

さて、大規模に省力樹形園を
展開したとしましょう。作業時
間が短い省力樹形であっても生
産量を増やすために面積を増や
せば労働力が不足し、昨今の労
働力不足のなかでは果樹栽培の
熟練者を雇用するのは至難の業
です。しかし省力樹形は管理作
業も作業指示もシンプルで、栽
培初心者も労働力となり得ます。
現在**果樹園で用いられている機
械**は、ラジコンまたは乗用草刈
り機、薬剤散布用のスピードス
プレヤー、ドローンなどがあり、
運搬補助機も導入されつつあり
ます（**本誌No.25を参照くださ
い**）。機械に任せられる作業も
増えており、重労働からも解放
され労働時間の削減も可能とな
ります。また観光農園として経

営する場合に収穫や調整を摘み
取り体験でカバーすることも考
えられ、省力樹形と機械の導入、
経営の工夫により効率的に果樹
栽培を行う可能性もあると考え
られます。

果物がもっと身近になるには

先に述べた食育の効果もあつ
てか、果物を買おうと小売店で
手に取る人が多くなっているよ
うですが、気になっているのは
**果物の価格の上昇ではないで
しょうか**。農林水産省の果樹を
めぐる情勢（令和5年5月）に
よると、近年の国産果実の卸売
数量は減少傾向にあり、卸売価
格は上昇傾向にあることが示さ
れています。背景として高品質
な国産果実が生産されるように
なったことや人口減少に伴い需
要が減少する以上に生産量が減
少していることが挙げられてい



ます。また消費者は、「安価」

「食べやすい」「傷みにくい」

ことを果物に求めていることや、
国産の果実の卸売価格がこの10
年で1.3倍に上昇していることも
読み取れます。このことから消
費者が果実を購入する決め手と
なる価格については、我々消費
者が果物を手ごろな価格で購入
したいという意に反して上昇し
ていることが分かります。

新しくて美味しい品種を開発
しても、手に入りづらくては消
費者の喜びにつながりません。
価格を下げるためには生産量が
増える必要があります、生産者には、
より効率的に果物を生産し、収
益を上げることが求められます。
果樹栽培を**ひとつの産業**として
とらえた場合、果実生産により
生産者の収益が一層上がり、

消費者も手頃な価格の美味しい
果物を購入できるようになるよ
うな好循環が生まれることが望
まれます。美味しい果物は生
産・流通・販売体系の多角化に
よる地域の活性化や雇用の創出
のきっかけとなる可能性も秘め
ており、新しい技術を積極的に
導入することにより、従来とは
異なる果樹園の姿を見られる日
も近いかしれません。

こした よつこ

これまでで一番美味しくて感動
した果物は手前味噌ですが、ぶど
うの「クイーンニーナ」です。美
味しい果物が雇用を創出するきっ
かけになればと思います。

著者のプロフィール・ポートレ
イトは**本誌25号**にあります。



クイーンニーナ

「巨峰」や「ピオーネ」よりや
や遅い時期に収穫でき、果粒の大
きさは17g程度、果皮は美しい赤
色になります。「巨峰」や「ピ
オーネ」より糖度が高く酸含量も
低いうえ、噛み切りやすく硬い肉
質で食味は極めて優れています。
ジベレリン処理により種なし栽培
が可能です。

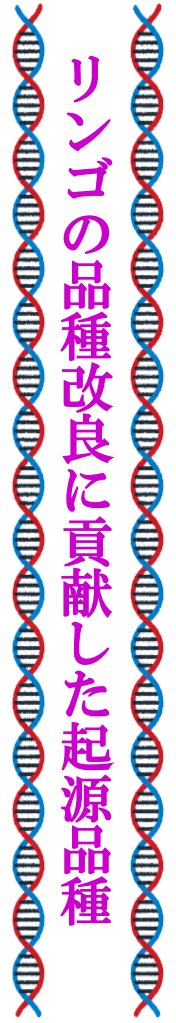
(農研機構 果樹茶業研究部門
の品種一覧で詳細をご覧になれ
ます。)

特 集 記 事

リンゴの品種改良に貢献した起源品種

日本のリンゴの起源は7品種

店頭にリンゴが並ぶ季節になりました。有名どころでは「ふじ」、「玉林」、「つがる」、「少し通なものになると「シナノスイート」「トキ」「きおう」「ぐんま名月」など、色々な品種が目につきます。現在、三百十ものリンゴ品種が農林水産省に登録されています。その大部分が国内で交配によって育成されたもので、色も味も収穫時期も様々ですが、実は血筋をたどると、ほとんどが明治期以降に海外から導入された7つの品種（「**国光**（ロールスジャネット）」、「**デリシャス**（ト）」、「**デリシャス**」、「**ゴールデンデリシャス**」、「



「**紅玉**（シヨナサン）」、「**ウー**スターペアメイン」、「**印度**」、「**コックスオレンジピピン**」）に行き着きます（図1）。

これは、遺伝情報を集約した染色体ゲノムの観点から見ると、ひとつの品種が母親側と父親側の2種類の染色体セット（7種）を持っているので、合計14種類の染色体セットを起源として、国内品種のほとんどがこの組み合わせで構成されているという事です。近年発達してきた遺伝学的手法を用いて起源品種の染色体に1から14の番号を付け（オリジナルハプロタイプと呼びます）、後代品種や育成中の個体にどのように受け継が

研究推進部研究推進室推進チーム

國久 美由紀

果樹品種育成研究領域果樹茶育種基盤グループ

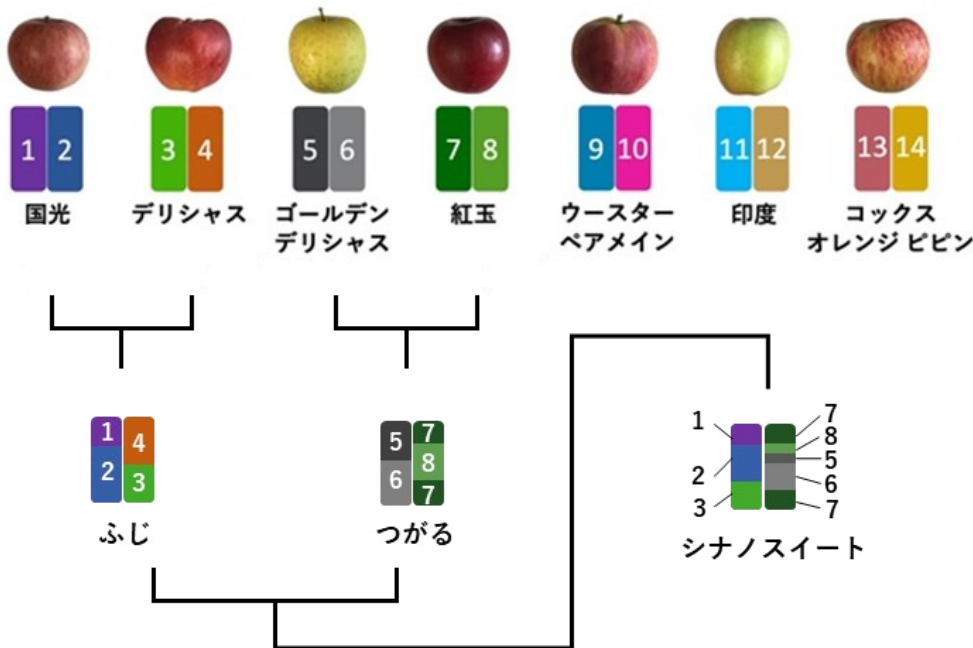
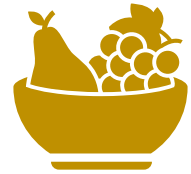


図1 7つのリンゴ起源品種における14のオリジナルハプロタイプと子孫への伝播





果実の特徴を決める遺伝子のルーツ

れていったかを追跡すると、**図1**のように、世代が進むにつれて**オリジナルハプロタイプ**が断片化され（染色体の**組換え**が起こるため）、パッチワーク状に組み合わさっていくことを、視覚的に把握することができます。主な品種や育成中のリンゴ**約八百個体**の染色体の起源を解析したところ、染色体の9割以上の部位が**7つの起源品種**に由来していることが確認されました。

数百〜数千のリンゴ個体について、染色体のどの部分がどのハプロタイプで構成されているかをアルゴリズムで決定し、遺伝解析に用いることで、目的遺伝子のルーツを辿ることができます。たとえば、リンゴ果皮の赤着色を促進する遺伝子を探索

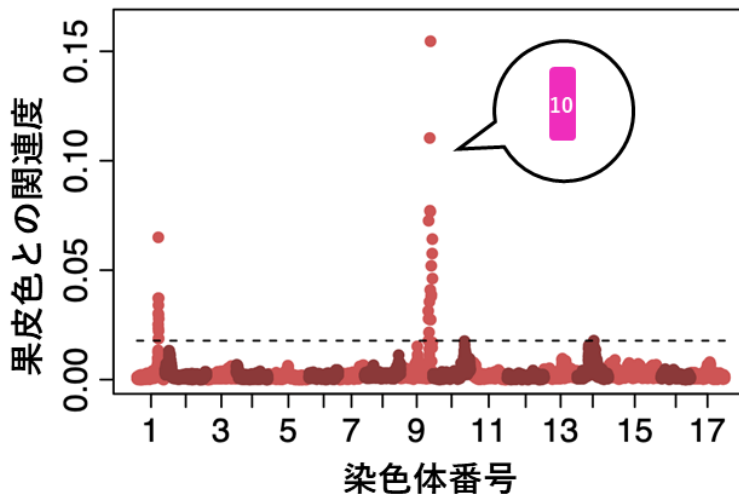


図2 リンゴ果皮の赤着色に関わる遺伝子領域の検出

「**ウースターペアメイン**」のハプロタイプ**10**（**図1**）が赤着色を促進することも算出される。

理想のリンゴ品種を作るために

するためには遺伝解析を行うと、第9番染色体の末端に原因遺伝子領域が検出されるのですが、この部位で「**ウースターペアメイン**」のハプロタイプ**10**を持っていると赤着色が促進されることが分かります（**図2**）。起源品種である「**ウースターペアメイン**」から「**シナノホツペ**」や「**ファーストレディ**」等の最近の品種まで、ハプロタイプ**10**が受け継がれてきた経緯を追跡すると、育種家による選抜基準とハプロタイプ**10**の関係が見えてくるかもしれません（**図3**）。

前述のような遺伝解析は、果皮の赤着色だけでなく、収穫時期や酸味、日持ちの良さ、蜜入りの有無、裂果の有無など様々

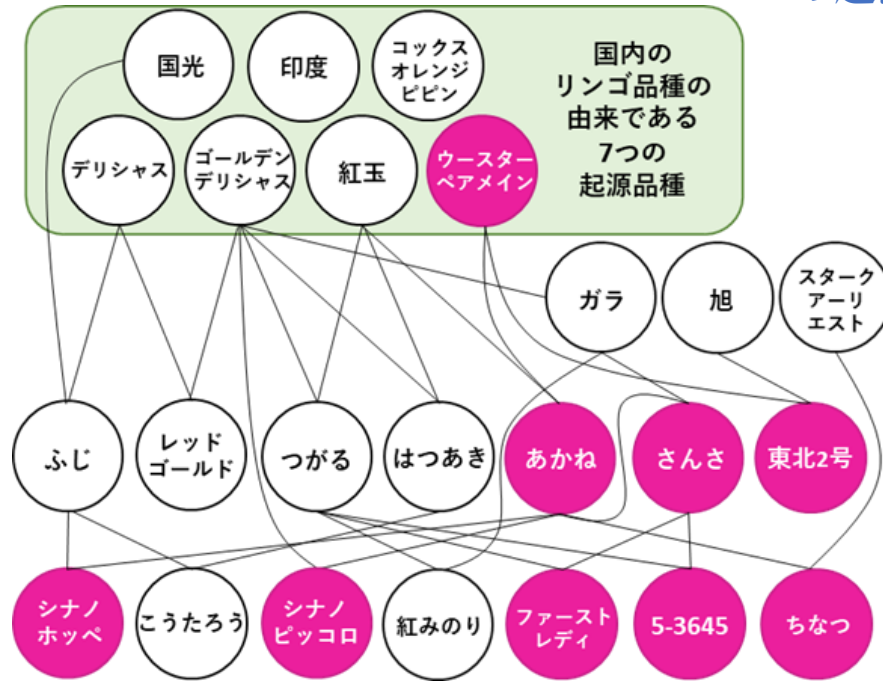


図3 リンゴ果皮の赤着色に関わる

「ウースターペアメイン」のハプロタイプ10（図1）の品種群における伝播

注：着色を促進するハプロタイプは、「ウースターペアメイン」のハプロタイプ10の他にも、「国光」のハプロタイプ1や「紅玉」のハプロタイプ7など、複数見つかっています。

著者のプロフィール・ポートレートは本誌35号にあります。

くじびね みゆき



な性質について行われています。近い将来、染色体のどの部位でどのハプロタイプを持っているれば、理想の収穫時期に、真っ赤で、ちょうど良い酸味で、日持ち性の良い高品質な果実を実らせる品種になるかが明らかになり、理想のリンゴ品種をつくるための理想の染色体設計図を描けるようになると期待されています。



特集記事 2

「シャインマスカット」の

ゲノム配列を高精度に解読

はじめに

シャインマスカットについて

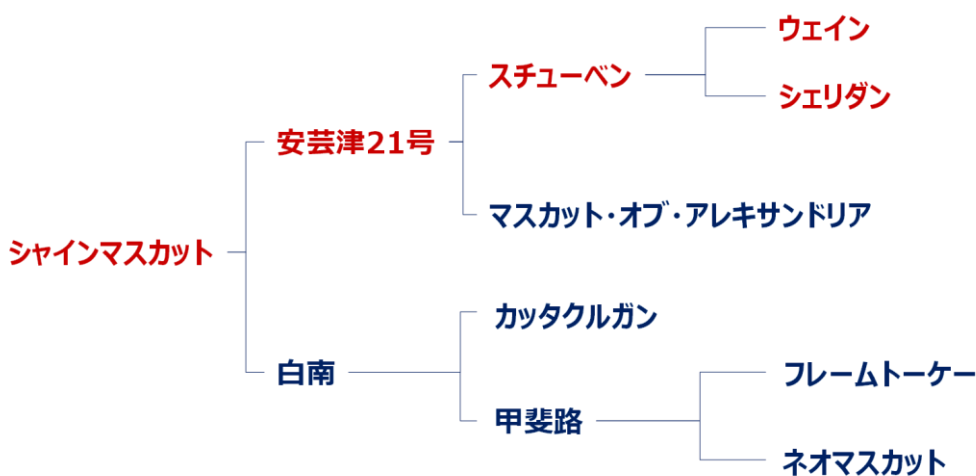
日本の生食用ブドウの品種改良は、農研機構が育成し2006年に品種登録された「シャインマスカット」(図1)をはじめ、ヨーロッパブドウとアメリカブドウの交配によって進められてきました(図2)。これは、ヨーロッパブドウの優れた食味と、アメリカブドウの病気への強さなどの栽培のしやすさを両方合わせ持つ品種を作り出すことが目的でした。一方、世界中のブドウ生産を見ると生食用よりもワイン用のブドウの栽培が多く、またワイン用ブドウにはヨーロッパブドウが広く利用されています。そのため、ブドウ

のゲノム研究(*1)は主にヨーロッパブドウで行われてきました。しかし、日本で行われているヨーロッパブドウとアメリカブドウの雑種(欧米雑種)による品種改良には、欧米雑種のゲノム情報が必要です。そこで、

欧米雑種ブドウ品種の代表として「シャインマスカット」の全ゲノム情報の解読を農研機構とかずさDNA研究所の共同研究で進めてきました(*2)。



図1 シャインマスカットの果実



果樹品種育成研究領域
果樹茶育種基盤グループ
谷口 郁也

図2 「シャインマスカット」の来歴

赤字の品種は欧米雑種ブドウ、青字はヨーロッパブドウの品種

ブドウのゲノムは19対の染色体が基本セットとなっており、アデニン、チミン、グアニン、シトシンの四種類の塩基が約**五億個**連なった配列となっています。この並び方を決定することがゲノム解読ですが、全体を一気にひとつなぎの配列として決められるわけではなく、まずは、次世代シーケンサーという分析機器で百から数百塩基の配列を大量に取得する必要があります。それらを特殊なプログラムでもとのゲノムの状態に並べ直すという作業をします。

得られた塩基配列情報は約**四億九千万塩基対**でした。この中には**三万二千八百七十二個**の遺伝子が見つかりました。この「シャインマスカット」の遺伝子情報を、これまでに報告され

ているヨーロッパブドウや野生ブドウと比較すると、中には「シャインマスカット」にのみ含まれている遺伝子もあり、そのような遺伝子の数は**二百三十四個**ありました。

現在、「シャインマスカット」のゲノム配列を基準として他の品種のゲノム配列と詳細に比較してどこがどのように違うのかをデータベース化しています(図3)。

このような情報を活用することにより、これまでの生食用ブドウの品種改良の歴史の中でどのようにブドウ品種のゲノムが変化していき、「シャインマスカット」までたどり着いたのか、その鍵となる遺伝子は何だったのかということ深く掘り下げていきたいと考えています。そ

して、「シャインマスカット」と同様に美味しく、栽培もしやすい新しい品種を今後も作り出すために、食味や病害抵抗性などに優れた品種を、ゲノム情報を活用して選抜する技術の開発にも取り組んでいく予定です。

***1** その生物の遺伝情報の総体であるゲノムの構造や含まれている遺伝子の機能などを解明する研究

***2** 本研究は、戦略的イノベーション創造プログラム(PIP)：スマートバイオ産業・農業基盤技術「データ駆動型育種」推進基盤技術の開発とその活用による新価値農作物品種の開発の支援を受けて行われました。



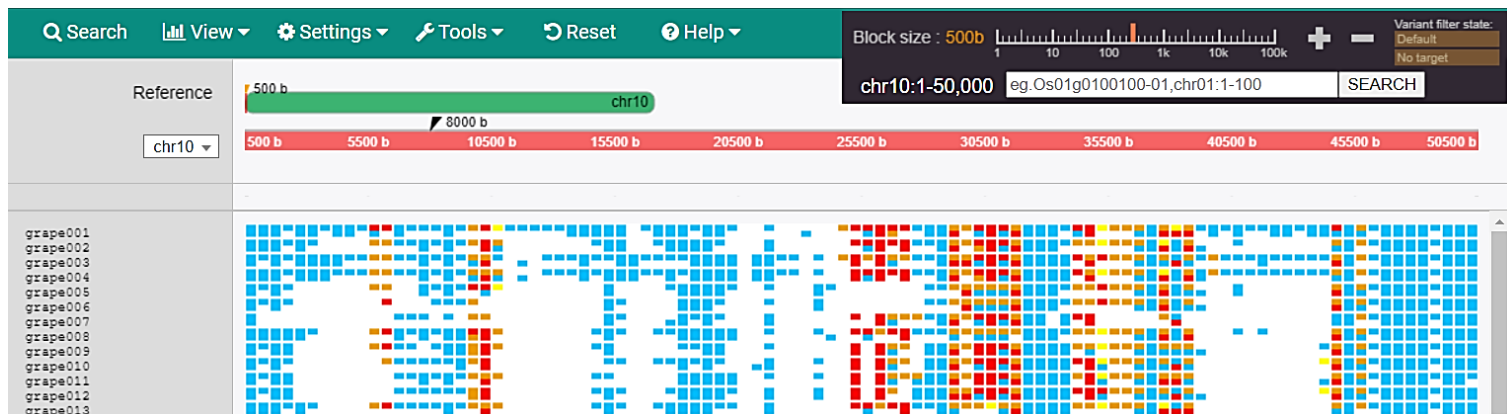


図3 ブドウの様々な品種間における塩基配列の違い(第10染色体の一部)

「シャインマスカット」のゲノム配列を基準として、様々な品種のゲノム配列を解読し、品種間の塩基配列の違いをデータベース化している。grape001、grape002等は品種のIDであり、上図では第10番染色体の500塩基目から50,500塩基目の品種間の配列の違いを図示している。色のついたボックスは配列に違いがある箇所を示しており、青（遺伝子機能に影響：なし）、黄（遺伝子機能に影響：低）、オレンジ（遺伝子機能に影響：中）、赤（遺伝子機能に影響：高）の評価がされている。これらの情報をもとに果実形質や耐病性などに関与するゲノム領域を探したり、重要な遺伝子の特定をしたりする。

たにぐち ふみや

ブドウ、チャのゲノム解析や品種識別技術の開発、抹茶の国際標準化活動に取り組んでいます。現在話題になっていく生成AIが人々の様々な活動をサポートしているように、育種家の品種改良の活動をサポートする育種AIの開発を目指しています。

著者のプロフィール・ポートレートは本誌29号にあります。





知ってるようで
知らない果物
香酸カンキツ

果樹茶業研究部門 カンキツ研究領域

濱田 宏子

「香」りを楽しむ「酸」っぱい
カンキツはいかが？

こたつにみかん、お風呂にユズ、鏡餅にダイダイ。年末年始あるあるの風景、同じカンキツでも目的や楽しみ方が多様ですね。では、想像してみてください。「こたつにユズ」。目が覚めます（年末の夜更かし、酔い覚ましにどうぞ）。

ユズのように酸っぱくて生食には向かず、香りを楽しむのが香酸カンキツ。他にも秋刀魚に

はスタチやカボス、沖縄ではシークワーシャー等々、身近にたくさん香酸カンキツがあります（表1）。

冬の庭先に見かける黄色い鈴なりのカンキツ、きつとそれはユズ。なぜならカンキツの中では寒さに強く、古く奈良時代から全国的に広まっていたからです。その長い歴史の中で自然交雑が起こり、カボス・スタチ・ジャバラ等が生まれ、各地に根付き、今も各地の特産品となっています。最近香りだけで無く、健康に嬉しい成分などもアピールポイントになっているようです。

話変わって、果実の色を想像してみましょう。ユズは黄、スタチやカボスは黄緑く緑を思い浮かべたのではないのでしょうか。もちろん、「冬至」「秋刀魚」

のように季節性が求められることが多いのですが、夏に「青ユズ」、冬に「完熟カボス」「完熟スタチ」、のように、それぞれ青い果実から黄色に色づいた完熟果実まで利用されています。夏秋の青い果実は爽やかな香りが、秋冬の完熟果実は酸が抜けて甘さが増したまろやかな香り。香酸カンキツの紹介と言いつつここまで「香り」に触れてこなかったのは、品種固有の香りだけでなく、時期により変化する香りを説明しきれなかったからなのです。

読者の皆様、今シーズンはお決まりの時期だけではなく、少し「シーズン外れ？」の香酸カンキツを手に入れて、それぞれの香りを楽しんでみてはいかがでしょうか。ちなみに、青い果実を収穫して放置すると黄色く

表1.主な香酸カンキツの生産量と主産地

品目名	全国の収穫量 (t)	主産地	(主産地が 占める割合)
ユズ	24,459.4	高知	(53.0%)
★ カボス	5,967.9	大分	(98.9%)
シークワーシャー	4,495.3	沖縄	(100.0%)
★ スダチ	3,846.0	徳島	(98.1%)
ダイダイ	700.4	静岡	(35.9%)
田熊スダチ	400.0	高知	(100.0%)
ユコウ	301.4	徳島	(100.0%)
★ ジャバラ	205.2	和歌山	(74.4%)
スダイダイ	142.0	山口	(100.0%)
ヘイベイズ (サンズ)	95.2	宮崎	(100.0%)
辺塚ダイダイ	64.9	鹿児島	(100.0%)
カーブチー	60.1	沖縄	(100.0%)
長門ユズキチ	32.3	山口	(100.0%)
新姫	20.4	三重	(100.0%)
ゆうこう	12.7	長崎	(100.0%)
★ キズ (酢ミカン)	11.0	福岡	(100.0%)

農林水産省 特産果樹生産動態等調査(R2年度産) より一部抜粋・算出

★はユズの後代であると判明した品目(Shimizu et al.,2016より)

はなりますが、それは完熟とは
 言いませんのであしからず(そ
 れはそれで別の香りがするかも
 しません)。



【画像クイズ】
 秋刀魚に合わせたくなるカン
 キツはどれですか(10月撮影)。
 (答え)最後の頁

編集後記

PCRという言葉、この3年間でよく聞き、目にしました。短期間でこれだけ多くの人に認知された生物学用語は珍しいかもしれません。3つのアルファベットは、Polymerase Chain Reaction(ポリメラーゼ連鎖反応)の頭文字をつなげたものです。文字通り、ポリマー(重合体、この場合DNAを指す)を連鎖的に増幅する反応を意味します。つまり微量なDNAを試験管内で人工的に、短時間で何百万倍にも増幅することが出来る反応です。ウイルスで言えば、人の体液に含まれる極微量のウイルスのDNA(RNA)を検出することが出来るということです。増幅するには、DNAを増やすポリメラーゼ(酵素)と反応のきっかけとなる増やしたいDNAのほんの一部

のDNA(プライマー)があれば、標的にしたDNAのみが特異的に増幅します。

この技術は1980年代の半ばから普及し始め、多くの研究者にとって遺伝子研究のハードルを下げるのに役立ち、また未知の生物の発見にも寄与し、ヒトゲノムなど多くの生物のゲノム情報を明らかにするのにも貢献してきました。かくいう筆者もその恩恵を受けた1人です。今でもPCR反応後に、検出装置で目的とするDNAが増えているかどうか確認する時(UVランプの下、蛍光ピンク色にDNAが染まっている)、今でもちょっとワクワクします。目的のDNAが増えていないとしばし落ち込みますが・・・。

さて、頭文字で元の言葉を簡略化することはよく見られます、

最近よく話題になるAI…人工知能という意味ですが、Artificial Intelligenceの頭文字だと知ってましたか？ 他にWHO: World Health

Organization(世界保健機構)などはすでに頭文字だけで通用しますが、ITER(イーター): International Thermonuclear Experimental Reactor(国際熱核融合実験炉)はまだ、認知度は高くないかもしれません。またLASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiationなどはすでに日本語に定着していてカタカナでレーザーの方が馴染んでいます。植物の光合成反応で、空気中の二酸化炭素を固定する酵素の名前はRibulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase(リブロース1, 5ビスフォスフェート



カルボキシラーゼ(オキシゲ
ナーゼ)なのですが、これも短
縮されて、Rubisco(ルビスコ)
と呼ばれています。アメリカの
お菓子会社の名前(実はこちら
も短縮形)をもじって考えられ
たそうです。こういう簡略化だ
と親しみやすく、覚えやすいで
すね。

カチャカチャチップスの答え
A レモン B ミカン(宮川早生) C ユズ
D カボス E スダチ

Fruit & Tea Times

2016年 11月 1日 創刊
2023年 11月 1日 40号刊行

刊行/国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門

企画・編集/研究推進部研究推進室 TEL 029-838-6447

住所/ 〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1

URL: <http://www.naro.go.jp/laboratory/nifts/>

彩り・潤い・安らぎ、そして健康を、果物・お茶とともに